

Method and apparatus to produce a predetermined contour on a workpiece

Veröffentlichungsnr. (Sek.) EP0496968; B1

Veröffentlichungsdatum : 1992-08-05

Erfinder : KAUFLEITNER FRANZ ING (AT); RUBENBAUER HELMUT (DE); LINDNER HELMUT (DE); MAYER JOHANN ING (DE); STRAUBINGER FRANZ DIPL-ING (DE)

Anmelder :: ROSENTHAL AG (DE); ZAM EV (DE)

Veröffentlichungsnummer : DE4102721

Aktenzeichen: EP19910119871 19911121
(EPIDOS-INPADOC-normiert)

Prioritätsaktenzeichen: DE19914102721 19910130
(EPIDOS-INPADOC-normiert)

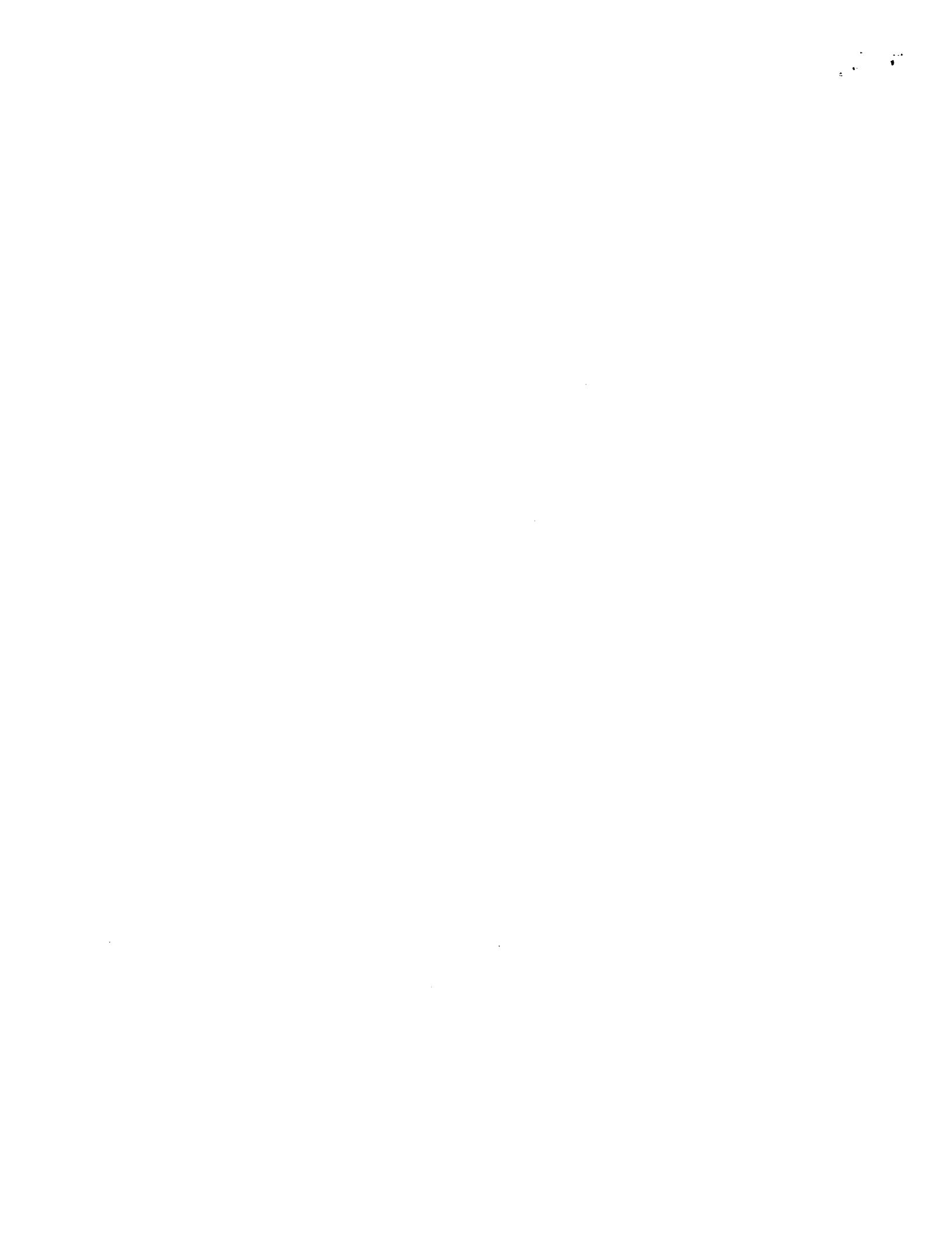
Klassifikationssymbol (IPC) : B24B17/06 ; B28B11/18 ; G01B11/24 ; G05B19/42

Klassifikationssymbol (EC) : B24B9/00, B24B9/06, B24B17/06, B24B19/00M, B24B49/12, B28B11/18, G01B11/24, G01B11/24F, G05B19/42B2, G05B19/401

Korrespondierende Patentschriften

Bibliographische Daten

The invention relates to a method and an apparatus for producing a predetermined contour on a workpiece, stepwise scanning of the circumferential region of the workpiece by means of an optical sensor being used to determine a reference line which has a defined spatial position with respect to the desired predetermined contour and starting from which the machining tool is controlled when producing the predetermined contour. It is possible in this way to produce on arbitrarily formed workpieces all desired predetermined contours using economic means and with high accuracy.



19 BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

Offenlegungsschrift

10 DE 41 02 721 A1

21 Aktenzeichen: P 41 02 721.3
22 Anmeldetag: 30. 1. 91
43 Offenlegungstag: 6. 8. 92

51 Int. Cl. 5:

B28B 11/18

B 28 D 1/30

B 24 B 9/06

B 24 B 17/00

G 05 D 5/00

G 01 B 11/24

// B24B 49/12

DE 41 02 721 A1

71 Anmelder:

Rosenthal AG, 8672 Selb, DE; Zentrum für angewandte Mikroelektronik und neue Technologien der Bayerischen Fachhochschulen (ZAM) e.V., 8263 Burghausen, DE

74 Vertreter:

Tetzner, V., Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Dr.jur., Pat.- u. Rechtsanw., 8000 München

72 Erfinder:

Lindner, Helmut; Rubenbauer, Helmut, 8591 Waldershof, DE; Mayer, Johann, 8263 Burghausen, DE; Straubinger, Franz, Dipl.-Ing., 8359 Aidenbach, DE; Kaufleitner, Franz, Ing., Hochburg-Ach, AT

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 31 05 648 C2
DE 39 19 865 A1

DE 39 12 663 A1
DE 31 50 431 A1
DE 27 07 278 A1
DE 25 54 086 A1
DD 2 52 150
FR 25 27 971
EP 03 91 531 A2

BÖTTCHER, A.: Die Fertigung von Werkstücken mit unregelmäßigen Konturen. In: Feinwerktechnik & Meßtechnik 83, 1975, H.7, S.344-348;

RENTSCHLER, U.: Konturverfolgung mittels voraus-eilendem Sensor für Industrieroboter. In: Industrie-Anzeiger 38/1989, S.38,39;

ABELE, E.: Neue Roboter-Einsatzbereiche, GußputzenEntgraten, Schleifen. In: Industrie-Anzeiger, Nr.19 v. 9.3.1983, 105. Jg., S.105-108;

JANOCHA, H.:

WILLKNER, L.U.: Flexible Meßzelle zur Qualitätssicherung beim Schleifen. In: Technisches Messen tm, 55.Jg., H.9/1988, S. 316-322;

54 Verfahren und Vorrichtung zur Erzeugung einer Sollkontur an einem Werkstück

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Erzeugung einer Sollkontur an einem Werkstück, wobei durch schrittweises Abtasten des Umfangsbereiches des Werkstücks mittels eines optischen Sensors eine Bezugslinie ermittelt wird, die eine definierte räumliche Lage gegenüber der gewünschten Sollkontur aufweist und von der ausgehend das Bearbeitungswerkzeug bei Erzeugung der Sollkontur gesteuert wird. Auf diese Weise lassen sich an beliebig geformten Werkstücken alle gewünschten Sollkonturen mit wirtschaftlichen Mitteln und hoher Genauigkeit herstellen.

DE 41 02 721 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren (entsprechend dem Oberbegriff des Anspruches 1) sowie eine Vorrichtung (gemäß dem Gattungsbegriff des Anspruches 15) zur Erzeugung einer Sollkontur an einem Werkstück, insbesondere einem Werkstück aus Keramik oder Porzellan.

Werkstücke aus Keramik oder Porzellan, insbesondere Flach- oder Hohlteile, wie Teller oder Schüsseln, werden durch Rollen, Pressen oder Gießen hergestellt. In allen Fällen entsteht im Umfangsbereich des Werkstücks ein Grat, der durch Putzen entfernt werden muß.

Während das Putzen von kreisrunden Werkstücken überwiegend maschinell erfolgt, wird das Putzen von unrunderen, eckigen oder ovalen Werkstücken sowie von Werkstücken mit größeren Durchmesserunterschieden allgemein von Hand durchgeführt.

Bei annähernd runden Werkstücken hat man auch schon ein automatisches Putzen mit elastischem Werkzeug (ohne Werkzeugnachführung) versucht. Dieses Verfahren besitzt jedoch durch die Verwendung eines elastischen Werkzeuges nur eine geringe Bearbeitungsgenauigkeit und ist bei nicht-runden Werkstücken nicht anwendbar.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren (entsprechend dem Oberbegriff des Anspruches 1) sowie eine Vorrichtung (gemäß dem Gattungsbegriff des Anspruches 15) so auszubilden, daß an Werkstücken beliebiger Form jede gewünschte Sollkontur auf besonders wirtschaftliche Weise und mit hoher Bearbeitungsgenauigkeit erzeugt werden kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruches 1 bzw. 15 gelöst. Zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird durch schrittweises Abtasten des gesamten Umfangsbereiches des Werkstücks mittels eines zur Erfassung von Formmerkmalen des Werkstücks geeigneten optischen Sensors eine Bezugslinie ermittelt, die eine definierte räumliche Lage gegenüber der gewünschten Sollkontur aufweist und von der ausgehend das Bearbeitungswerkzeug bei Erzeugung der Sollkontur gesteuert wird.

Die Ermittlung der Bezugslinie durch den optischen Sensor erfolgt berührungslos. Eine Anzahl hierfür geeigneter optischer Abtastverfahren wird im folgenden näher erläutert. Die so gewonnene Bezugslinie wird gespeichert und dient bei Erzeugung der gewünschten Sollkontur des Werkstücks als Ausgangspunkt für die Steuerung des starren, jedoch nachführbaren Bearbeitungswerkzeuges (z. B. eines rotierenden Fräswerkzeuges) sowie für die Steuerung weiterer, nachgeordneter Bearbeitungsstationen.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist damit für Werkstücke beliebiger Form und jede gewünschte, d. h. auch für eine nicht-runde Sollkontur geeignet. Durch die Verwendung eines starren Bearbeitungswerkzeuges ermöglicht es eine hohe Bearbeitungsgenauigkeit. Die Automatisierung des Verfahrens ergibt ferner hohe wirtschaftliche Vorteile im Vergleich zu einem manuellen Putzen der Werkstücke. Günstig ist insbesondere, daß ein unrunder Teil nicht lageorientiert in die Putzvorrichtung eingegeben werden muß und daß Fertigungstoleranzen ohne Bedeutung sind, da jedes Werkstück neu vermessen wird.

Bei einer zweckmäßigen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Werkstück in ei-

nem von der Blickrichtung des Sensors abweichenden Winkel beleuchtet und die Bezugslinie durch Auswertung der Helligkeit des vom Werkstück reflektierten und vom Sensor aufgenommenen Lichts ermittelt. Es handelt sich hierbei somit um eine Oberflächenwinkelbestimmung durch strukturierte Beleuchtung. Die Helligkeit des vom optischen Sensor gemessenen reflektierten Lichtes ist bei einem diffusen Reflektor, wie ungebrennter Keramik, eine eindeutige Funktion des Winkels der Werkstückoberfläche zum einfallenden Licht.

Die Bestimmung der Bezugslinie kann je nach Art des Umfangsbereiches des Werkstücks, etwa der Teller-Randform, nach verschiedenen Kriterien erfolgen.

So kann man zur Ermittlung der Bezugslinie diejenigen Punkte im Umfangsbereich des Werkstücks bestimmen, die gleiche Helligkeit und gleiche Oberflächenneigung zum einfallenden Licht aufweisen.

Eine andere Möglichkeit besteht darin, zur Ermittlung der Bezugslinie Helligkeitsdifferenzen benachbarter Punkte im Umfangsbereich des Werkstücks zu bestimmen. Durch Auswertung solcher Helligkeitsdifferenzen können insbesondere Krümmungen, wie scharfe Kanten am Werkstück, ermittelt und als Bezugslinie verwendet werden.

25 Durch einen parametrisierbaren Auswerte-Algorithmus läßt sich bei komplizierten Werkstückformen auch das mehrfache Auftreten der vorstehend genannten Kriterien beherrschen.

Findet ein einäugiger Sensor Verwendung, der das Werkstück in einer einzigen Blickrichtung abtastet, so gewinnt man eine zweidimensionale Bezugslinie. Im Rahmen der Erfindung ist es jedoch auch möglich, einen stereoskopischen Sensor zu verwenden, der das Werkstück in zwei unterschiedlichen Blickrichtungen abtastet und eine dreidimensionale Bezugslinie liefert.

Ein Flachware-Werkstück wird zweckmäßig unter einem gegenüber der Hauptebene des Werkstücks nicht oder nur wenig geneigten Winkel von der Innen- und/oder Außenseite beleuchtet und vom Sensor in einer Blickrichtung abgetastet, die gegenüber der Hauptebene des Werkstücks um einen größeren Winkel als die Beleuchtungsrichtung geneigt ist. Bei dieser Schrägbelichtung wird durch Anordnung von Lichtquellen unter geeignetem Einstrahlungswinkel von innen und/oder außen ein Bild erzeugt, dessen Intensitätsverlauf den Oberflächenwinkel entspricht. Dabei können Außen- und Innenbeleuchtung auch auf mehreren Aufnahmestationen unter verschiedenen Beleuchtungswinkeln angebracht sein.

50 Bei einer weiteren Ausgestaltung dieses Verfahrens wird das Werkstück aus unterschiedlichen Richtungen mit Licht unterschiedlicher Farbe beleuchtet, wobei ein als Farbaufnahmesystem ausgebildeter optischer Sensor Verwendung findet. Mit einem solchen Verfahren ist die Bestimmung von Oberflächenwinkeln von mehr als 90° mit einer einzigen Sensorstation möglich.

Die Abtastung des Umfangsbereiches des Werkstücks kann statt mit einem parallelen Aufnahmeverfahren (foto-optische Abbildung mit Linsen) auch mittels eines Laser-Scannerstrahles erfolgen. Dabei wird die Winkellage von vorzugsweise in radialer Richtung des Werkstücks aufeinanderfolgenden Punkten sequentiell durch Abtastung bestimmt. Ein derartiges Verfahren mit Laser-Scanner bedingt zwar im Vergleich zu einer foto-optischen Aufnahme einen größeren Aufwand, ergibt andererseits jedoch eine größere Schärfentiefe und höhere Auflösung und ermöglicht eine schnellere Abtastung.

Eine weitere, im Rahmen der Erfindung verwendbare Methode zur Ermittlung der Bezugslinie ist das Triangulationsverfahren. Hierbei wird das vom Strahlengang gebildete Dreieck anhand des vom Sensor gemessenen Winkels für einen Satz von Punkten berechnet, wobei aus der so ermittelten, vorzugsweise radial zum Werkstück verlaufenden Höhenprofillinie nach vorbestimmten, parametrisierbaren Regeln ein Punkt der Bezugslinie gewonnen wird (z. B. höchster Punkt oder größte positive Krümmung). Durch Drehen des Werkstücks entsteht dabei ein Abbild der Gesamtwerkstückform und wird die ganze Bezugslinie gewonnen.

Ein weiteres im Rahmen der Erfindung anwendbares Verfahren ist das Lichtschnittverfahren. Zur Ermittlung der Bezugslinie wird hierbei wenigstens ein Lichtband auf das Werkstück projiziert und dieses Lichtband in einer von der Projektionsrichtung unterschiedlichen Blickrichtung durch den optischen Sensor aufgenommen, wobei aus der so ermittelten, vorzugsweise radial zum Werkstück verlaufenden Höhenprofillinie nach vorbestimmten, parametrisierbaren Regeln ein Punkt der Bezugslinie gewonnen wird. Bei diesem Verfahren können auch mehrere Lichtbänder nebeneinander projiziert und in einem einzigen Schritt aufgenommen werden.

Erfnungsgemäß ist es weiterhin möglich, nach Erzeugung der Sollkontur des Werkstücks diese Sollkontur durch erneutes schrittweises Abtasten des gesamten Umfangsbereiches des Werkstücks mittels des optischen Sensors berührungslos zu vermessen und ausgehend von der so gewonnenen neuen Bezugslinie ein Bearbeitungswerkzeug für eine weitere Bearbeitung, insbesondere für das Anbringen einer Fase oder eines Radius, zu steuern.

Ausgehend von der durch den optischen Sensor ermittelten Bezugslinie kann ferner bei dem erfungsgemäßen Verfahren durch das Bearbeitungswerkzeug eine frei definierbare Randform des Werkstücks erzeugt werden. Wenn am Werkstückrand eine berührungslos messbare Bezugslinie vorhanden ist, können beispielsweise frei definierbare Randformen gefräst werden. So können etwa aus einer Teller-Grundform 12 eckige oder ovale Teller hergestellt werden.

Bei dem erfungsgemäßen Verfahren wird zweckmäßig das Werkstück während der Abtastung und der Bearbeitung relativ zum Sensor und zum Bearbeitungswerkzeug gedreht. Sensor und Bearbeitungswerkzeug sind hierbei raumfest, zweckmäßig in unterschiedlichen Umfangspositionen, angeordnet. Die Ermittlung der Bezugslinie und die Steuerung des Bearbeitungswerkzeuges können dabei zeitlich unmittelbar nacheinander während derselben Umdrehung erfolgen.

Einige Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung veranschaulicht. Es zeigen

Fig. 1 ein Schema einer Anlage zur Durchführung des erfungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 2 bis 4 Prinzipdarstellungen zur Erläuterung des Verfahrens gemäß Fig. 1,

Fig. 5 bis 9 Prinzipdarstellungen von Varianten des erfungsgemäßen Verfahrens.

Die in Fig. 1 ganz schematisch veranschaulichte Anlage zur Durchführung des erfungsgemäßen Verfahrens enthält eine Presse 1, eine Zentrierstation 2, eine Schleifstation 3, eine Schwammstation 4, eine Station 5 zur Fußglättung, einen Stapeltisch 6, eine Steuerzentrale 7 sowie eine Steuereinrichtung 8 für den Transport.

Die Schleifstation 3 enthält zwei Lichtquellen 9, 10 zur Beleuchtung des Werkstücks 11, einen optischen

Sensor 12 zur Ermittlung der Bezugslinie sowie ein starres Bearbeitungswerkzeug 13 mit einer Steuereinrichtung 14 zur Nachführung des Werkzeugs 13 in radialer Richtung.

5 In der Schwammstation 4 ist gleichfalls ein Werkzeug 15 sowie eine Steuereinrichtung 16 zur radialen Nachführung vorgesehen.

Der optische Sensor 12 liefert die von ihm gewonnenen Meßsignale (aus denen die Bezugslinie ermittelt wird) an die Steuerzentrale 7, die ihrerseits einerseits über die Steuereinrichtung 8 die Zentrierstation 2 steuert und andererseits über die Steuereinrichtungen 14 und 16 die Werkzeuge 13 und 15 steuert. Dadurch wird in der Schleifstation 3 — ausgehend von der durch den optischen Sensor 12 ermittelten Bezugslinie — eine Sollkontur am Werkstück 11 erzeugt (beispielsweise der in der Presse 1 erzeugte Grat des Werkstücks entfernt), während in der Schwammstation 4 noch eine weitere Bearbeitung an dieser Sollkontur erfolgt, beispielsweise eine Fase oder ein Radius angebracht wird.

Wie aus dem zu Fig. 1 gehörenden Koordinatensystem hervorgeht, wird die räumliche Lage des Werkzeugs 13 bzw. 15 (Vektor r im dreidimensionalen Koordinatensystem x, y, z) in Abhängigkeit vom Umfangswinkel \varnothing gesteuert.

Die Ermittlung der Bezugslinie durch den optischen Sensor 12 beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 sei anhand der Fig. 2 bis 4 noch etwas näher erläutert.

Wie Fig. 2 zeigt, wird der mit einem Grat versehene Rand 11a des Werkstücks 11 durch die Lichtquellen 9 und 10 (die auf der Innenseite und Außenseite des Werkstücks angeordnet sind) beleuchtet. Es ergibt sich damit ein Hell-Dunkel- bzw. Dunkel-Hell-Übergang an der gestrichelten Linie, welche die zu ermittelnde Bezugslinie 17 darstellt. Die zu erzeugende Sollkontur des Werkstücks ist mit 18 bezeichnet; sie liegt bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel etwas außerhalb der Bezugslinie 17.

Der optische Sensor 12 betrachtet den beleuchteten Umfangsbereich des Werkstücks 11 durch ein Sichtfenster 19.

Während Fig. 2 eine — ganz schematisch gehaltene — Aufsicht auf das beispielsweise horizontal angeordnete Werkstück zeigt, veranschaulicht Fig. 3 einen gleichfalls schematisch gehaltenen Vertikalschnitt durch die Vorrichtung. Man erkennt, daß der mit einem Grat behaftete Rand 11a des Werkstücks 11 durch die Lichtquelle 10 unter einem Winkel beleuchtet wird, der gegenüber der Hauptebene des Werkstücks 11 (eines horizontal angeordneten Tellers) nicht oder nur wenig geneigt ist. Der optische Sensor 12 tastet dagegen den Umfangsbereich des Werkstücks 11 in einer Blickrichtung ab, die etwa um einen Winkel von 90° gegenüber der Hauptebene des Werkstücks geneigt ist.

Im unteren Teil der Fig. 3 ist der Grauwertverlauf veranschaulicht, wie er vom optischen Sensor 12 ermittelt wird. Man erkennt, daß sich im obersten Bereich 11b des Tellerrandes eine scharfe Änderung der Helligkeit ergibt. Durch Festlegung einer bestimmten Licht-Intensitätsschwelle kann beispielsweise der Punkt 21 als Erkennungspunkt zur Gewinnung der Bezugslinie herangezogen werden. Durch wiederholtes Abtasten bei gleichzeitiger Drehung des Werkstücks 11 wird die gesamte Bezugslinie 17 punktweise zusammengesetzt.

Fig. 4 zeigt eine Variante, bei der die Lichtquelle 9 schräg zur Hauptebene des Werkstücks 11 angeordnet ist. Der sich bei einer solchen Beleuchtung ergebende, vom optischen Sensor 12 gesehene Grauwertverlauf ist

im unteren Teil der Fig. 4 veranschaulicht. Wertet man beispielsweise Intensitätsdifferenzen benachbarter Punkte aus, so läßt sich etwa am Punkt 22 ein Hell-Dunkel-Übergang feststellen, der für die Gewinnung der Bezugslinie herangezogen werden kann.

Fig. 5 zeigt in ganz schematischer Darstellung die Verwendung von zwei Lichtquellen 23, 24 unterschiedlicher Farbe, durch die das Werkstück 11, das einen diffusen Reflektor bildet, beispielsweise mit grünem Licht (durch die Lichtquelle 23) und mit rotem Licht (durch die Lichtquelle 24) beleuchtet wird. Der optische Sensor 25 wird bei diesem Ausführungsbeispiel durch ein Farbaufnahmesystem gebildet. Mittels einer solchen Einrichtung läßt sich in einer einzigen Aufnahmestation ein Oberflächen-Winkelbereich von mehr als 90° erfassen.

Das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 6 verwendet zur Gewinnung der Bezugslinie eine Laser-Scanner-Anordnung. Sie enthält eine Laserstrahlquelle 26, ein drehbares Spiegel-Polygonrad 27 sowie einen als Laserstrahl-Empfänger ausgebildeten optischen Sensor 28.

Durch das rotierende Spiegel-Polygonrad 27 wird auf das Werkstück 11 ein den Werkstückrand 11a abtastender Laserstrahl geworfen, der nach Reflexion am Werkstückrand durch den Sensor 28 aufgenommen wird.

Fig. 7 veranschaulicht in ganz schematischer Form eine Variante, bei der das Triangulationsverfahren zur Gewinnung der Bezugslinie verwendet wird. Das Werkstück 11 wird von einer Lichtquelle 29 beleuchtet. Der am Werkstückrand 11a bzw. 11a', 11a'' reflektierte Lichtstrahl gelangt über ein Linsensystem 30 zu einem positionsempfindlichen optischen Sensor 31.

Bezeichnet man das von Lichtquelle 29, Linsensystem 30 und Strahlauftreffpunkt 32 am Werkstückrand gebildete Dreieck mit A, B und C, den Dreieckswinkel bei B mit β sowie die Höhe der Lichtquelle 29 über dem Strahlauftreffpunkt 32 mit b, so läßt sich die Höhe b durch Messung des Winkels β bestimmen. Für die unterschiedlich hohen Werkstückränder 11a, 11a', 11a'' ergeben sich somit unterschiedliche Winkel β und demgemäß unterschiedliche Höhen b.

Durch Berechnung eines Satzes von Strahlauftreffpunkten 32 in radialer Richtung wird eine radiale Höhenprofillinie ermittelt. Aus dieser Profillinie wird nach parametrisierbaren Regeln ein Punkt der Bezugslinie gewonnen (z. B. höchster Punkt oder größte positive Krümmung). Durch Drehung des Werkstücks entsteht ein Abbild der gesamten Werkstückform.

Fig. 8 veranschaulicht die Anwendung des Triangulationsverfahrens bei Verwendung eines Laser-Scanners. Die für die einzelnen Bauteile verwendeten Bezeichnungen entsprechen den Fig. 6 und 7. Das Dreieck ist wiederum mit ABC bezeichnet.

Fig. 9 zeigt schließlich eine Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens, bei dem zur Ermittlung der Bezugslinie wenigstens ein Lichtband durch einen Lichtbandprojektor 33 auf das Werkstück 11 projiziert und dieses Lichtband in einer von der Projektionsrichtung unterschiedlichen Blickrichtung durch einen optischen Sensor 34 aufgenommen wird. Aus der so ermittelten, vorzugsweise radial zum Werkstück 11 verlaufenden Höhenprofillinie 35 wird nach vorbestimmten Regeln ein Punkt der Bezugslinie gewonnen. Durch Drehung des Werkstücks wird die gesamte Bezugslinie erzeugt.

stück aus Keramik oder Porzellan, mit Hilfe eines rotierenden starren Bearbeitungswerkzeuges (13), dadurch gekennzeichnet, daß durch schrittweises Abtasten des gesamten Umfangsbereiches des Werkstücks mittels eines zur Erfassung von Formmerkmalen des Werkstücks geeigneten optischen Sensors (12) eine Bezugslinie (17) ermittelt wird, die eine definierte räumliche Lage gegenüber der gewünschten Sollkontur (18) aufweist und von der ausgehend das Bearbeitungswerkzeug bei Erzeugung der Sollkontur gesteuert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstück (11) in einem von der Blickrichtung des Sensors (12) abweichenden Winkel beleuchtet und die Bezugslinie durch Auswertung der Helligkeit des vom Werkstück reflektierten und vom Sensor aufgenommenen Lichts ermittelt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ermittlung der Bezugslinie diejenigen Punkte im Umfangsbereich des Werkstücks (11) bestimmt werden, die gleiche Helligkeit und damit gleiche Oberflächenneigung zum einfallenden Licht aufweisen.

4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ermittlung der Bezugslinie Helligkeitsdifferenzen benachbarter Punkte im Umfangsbereich des Werkstücks (11) bestimmt werden.

5. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch Verwendung eines das Werkstück in einer einzigen Blickrichtung abtastenden einäugigen Sensors zur Gewinnung einer zweidimensionalen Bezugslinie.

6. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch Verwendung eines das Werkstück in zwei unterschiedlichen Blickrichtungen abtastenden stereoskopischen Sensors zur Gewinnung einer dreidimensionalen Bezugslinie.

7. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein Werkstück (11) unter einem gegenüber der Hauptebene des Werkstücks nicht oder nur wenig geneigten Winkel von der Innen- und/oder Außenseite beleuchtet und vom Sensor (12) in einer Blickrichtung abgetastet wird, die gegenüber der Hauptebene des Werkstücks um einen größeren Winkel als die Beleuchtungsrichtung geneigt ist.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstück (11) aus unterschiedlichen Richtungen mit Lichtquellen (23, 24) unterschiedlicher Farbe beleuchtet wird und ein als Farbaufnahmesystem ausgebildeter optischer Sensor (25) Verwendung findet.

9. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Abtastung des Umfangsbereiches des Werkstücks mittels eines Laser-Scanner-Strahles erfolgt.

10. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ermittlung der Bezugslinie das vom Strahlengang gebildete Dreieck (ABC) anhand des vom Sensor (31) gemessenen Winkels (β) für einen Satz von Punkten berechnet und aus der so ermittelten, vorzugsweise radial zum Werkstück (11) verlaufenden Höhenprofillinie nach vorbestimmten Regeln ein Punkt der Bezugslinie gewonnen wird.

11. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekenn-

zeichnet, daß zur Ermittlung der Bezugslinie wenigstens ein Lichtband auf das Werkstück (11) projiziert und dieses Lichtband in einer von der Projektionsrichtung unterschiedlichen Blickrichtung durch den optischen Sensor (34) aufgenommen wird, wobei aus der so ermittelten, vorzugsweise radial zum Werkstück verlaufenden Höhenprofillinie (35) nach vorbestimmten Regeln ein Punkt der Bezugslinie gewonnen wird.

12. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß nach Erzeugung der Sollkontur des Werkstücks diese Sollkontur durch erneutes schrittweises Abtasten des gesamten Umfangsbereiches des Werkstücks mittels des optischen Sensors berührungslos vermessen und ausgehend von der so gewonnenen neuen Bezugslinie ein Bearbeitungswerkzeug für eine weitere Bearbeitung, insbesondere für das Anbringen einer Fase oder eines Radius, gesteuert wird.

13. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ausgehend von der durch den optischen Sensor ermittelten Bezugslinie durch das Bearbeitungswerkzeug eine frei definierbare Randform des Werkstücks erzeugt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkstück (11) während der Abtastung und Bearbeitung relativ zum Sensor (12) und zum Bearbeitungswerkzeug (13) gedreht wird.

15. Vorrichtung zur Erzeugung einer Sollkontur an einem Werkstück (11), insbesondere einem Werkstück aus Keramik oder Porzellan, enthaltend ein rotierendes starres Bearbeitungswerkzeug (13), gekennzeichnet durch,

a) einen den gesamten Umfangsbereich des Werkstücks schrittweise abtastenden, zur Erfassung von Formmerkmalen des Werkstücks geeigneten optischen Sensor (12)

b) sowie eine Einrichtung zur Steuerung des Bearbeitungswerkzeugs in Abhängigkeit von einer durch den Sensor ermittelten Bezugslinie (17), die eine definierte räumliche Lage gegenüber der gewünschten Sollkontur (18) aufweist.

Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

45

50

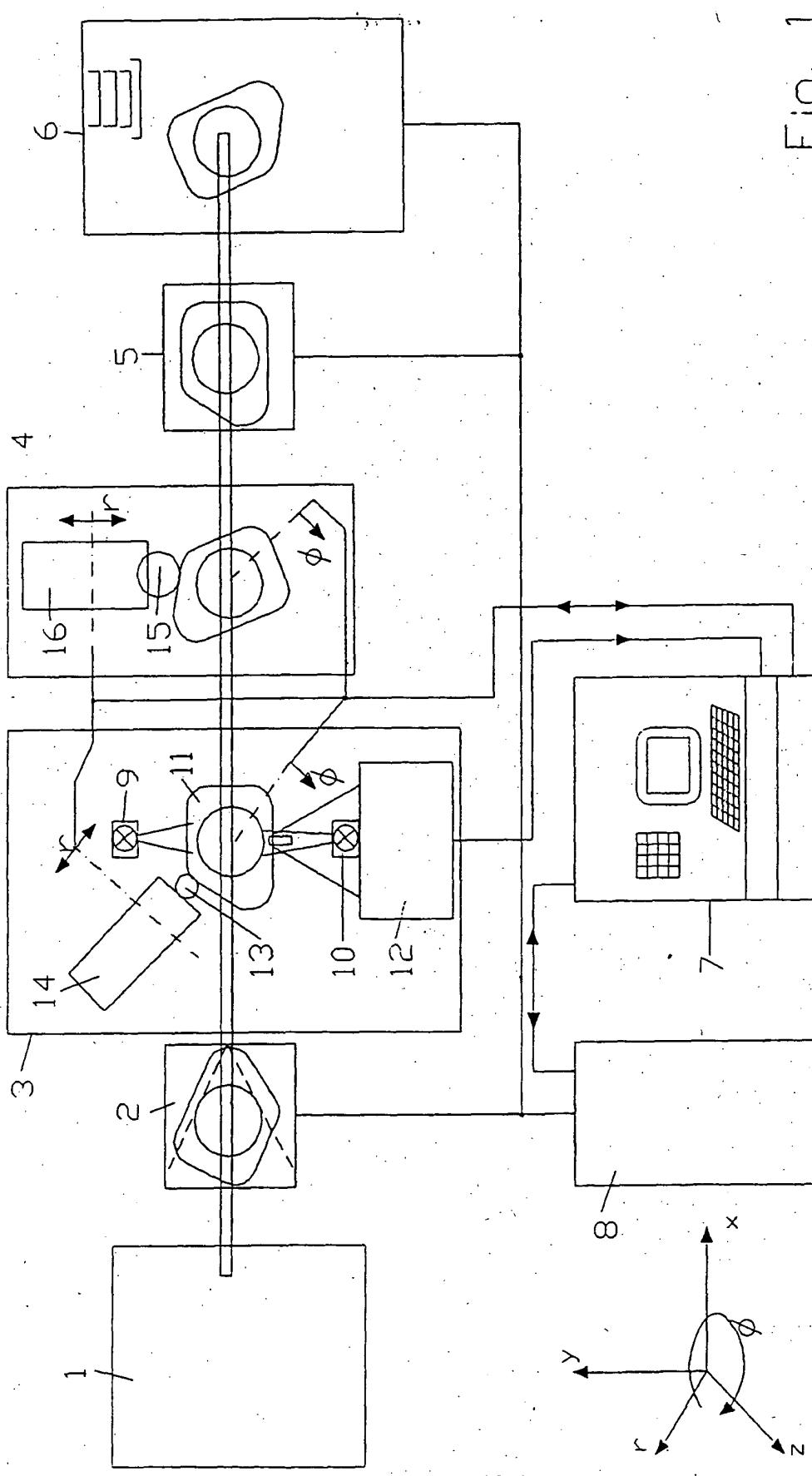
55

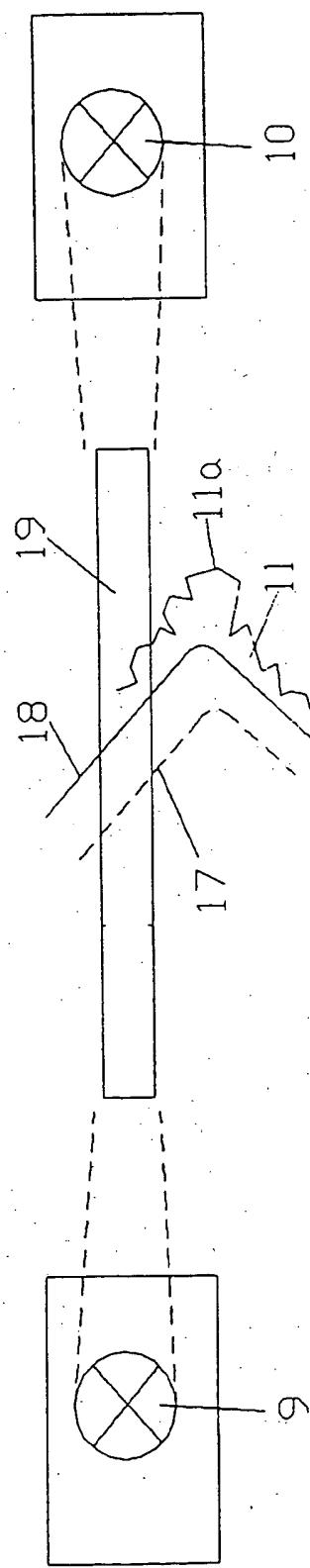
60

65

— Leerseite —

Fig. 1





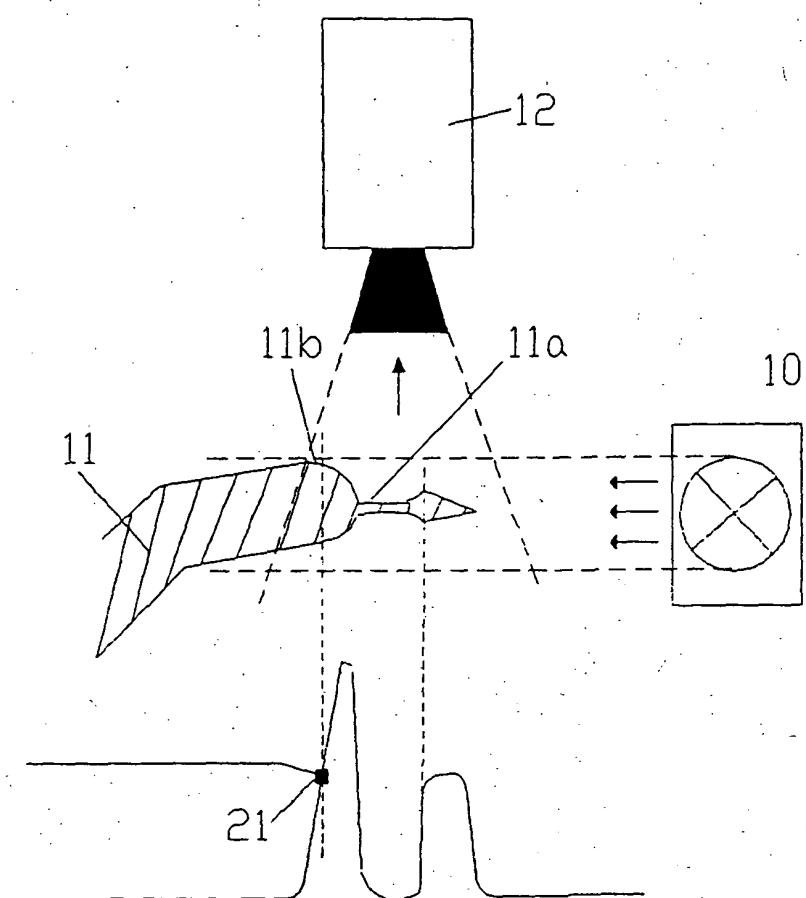


Fig. 3

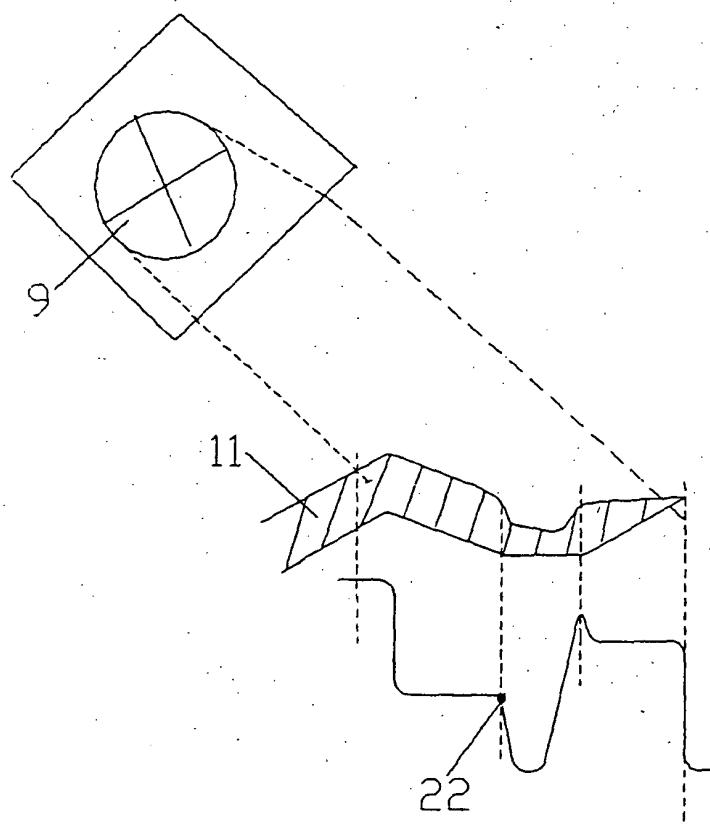


Fig. 4

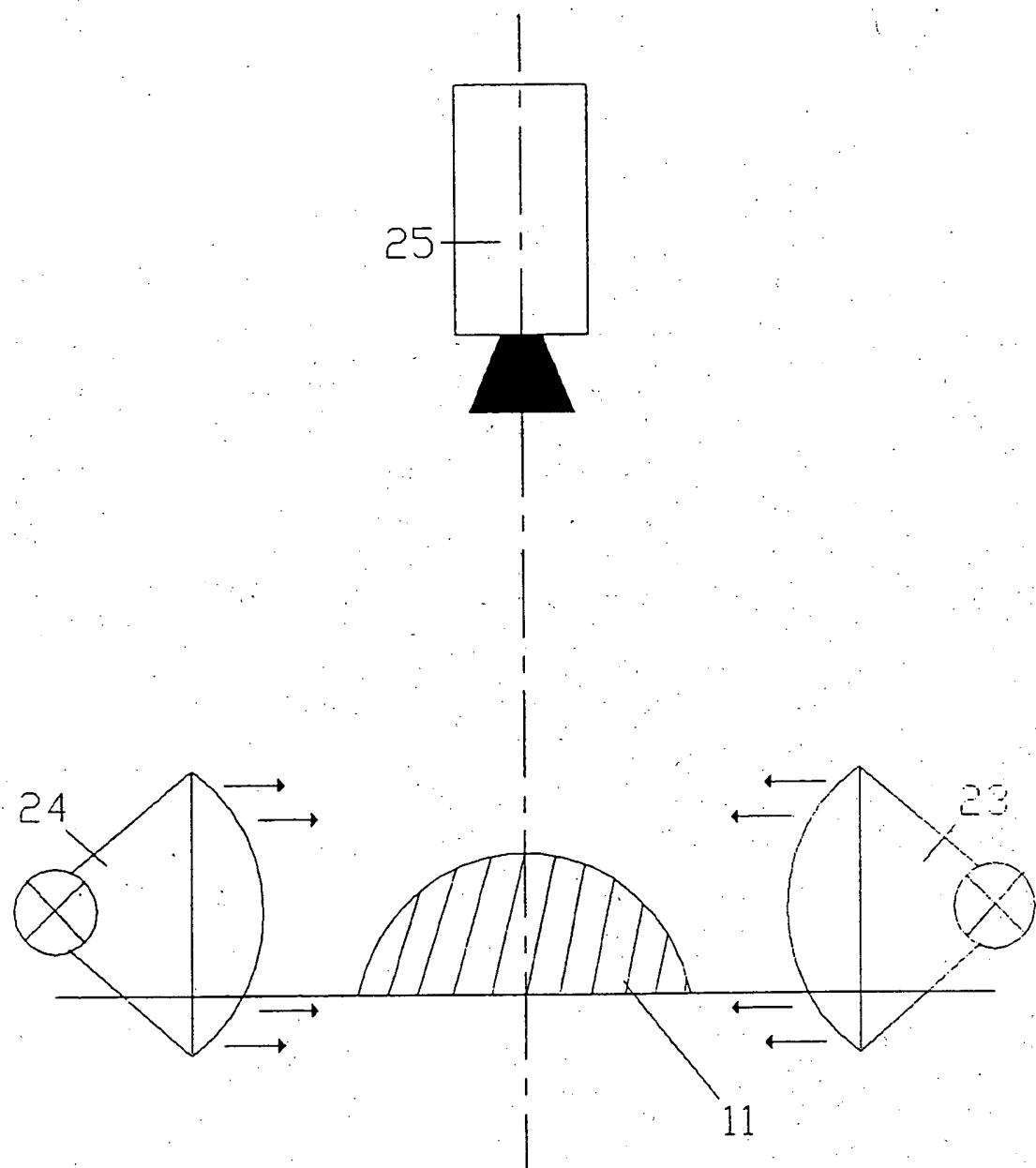


Fig. 5

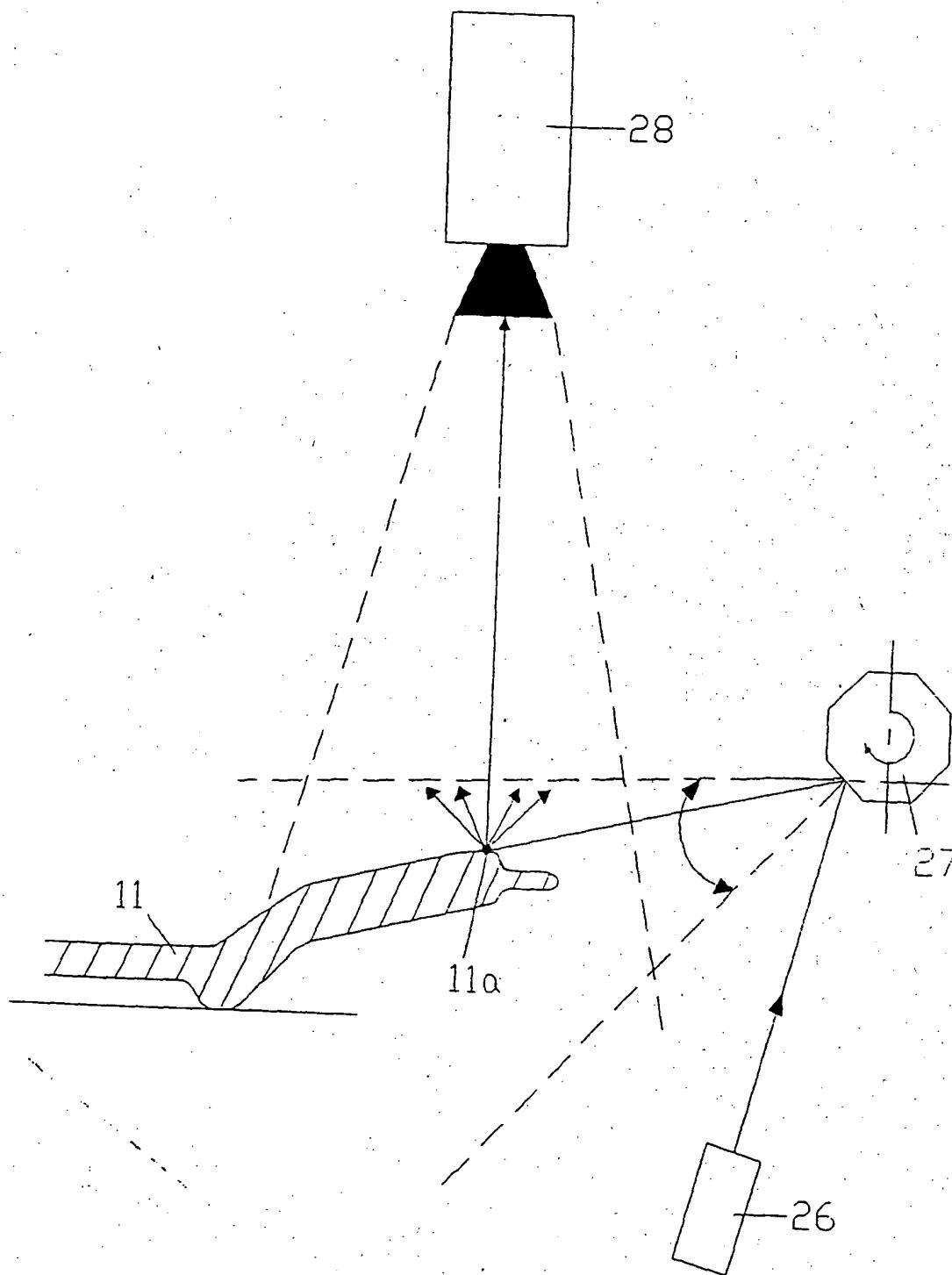


Fig. 6

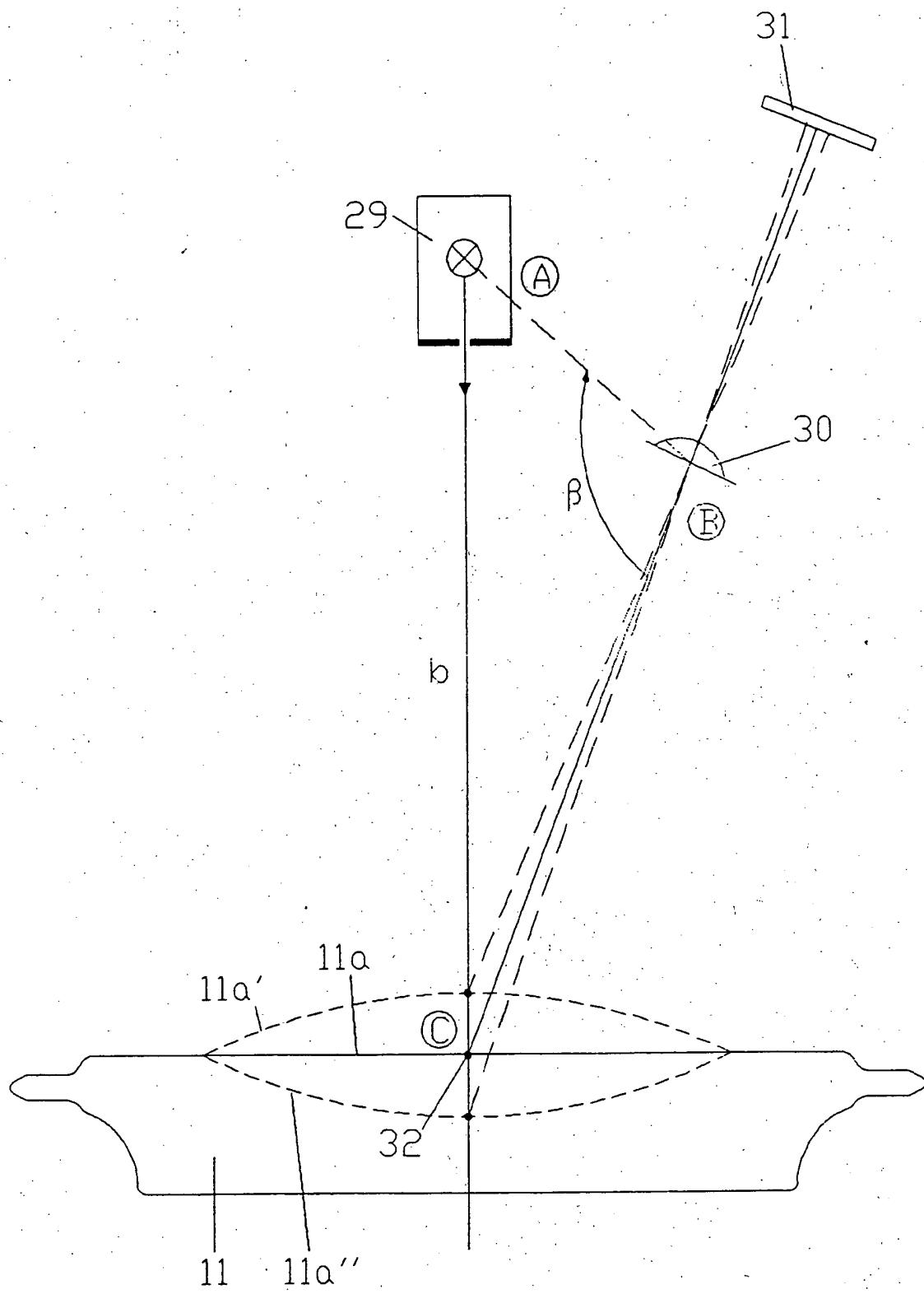


Fig. 7

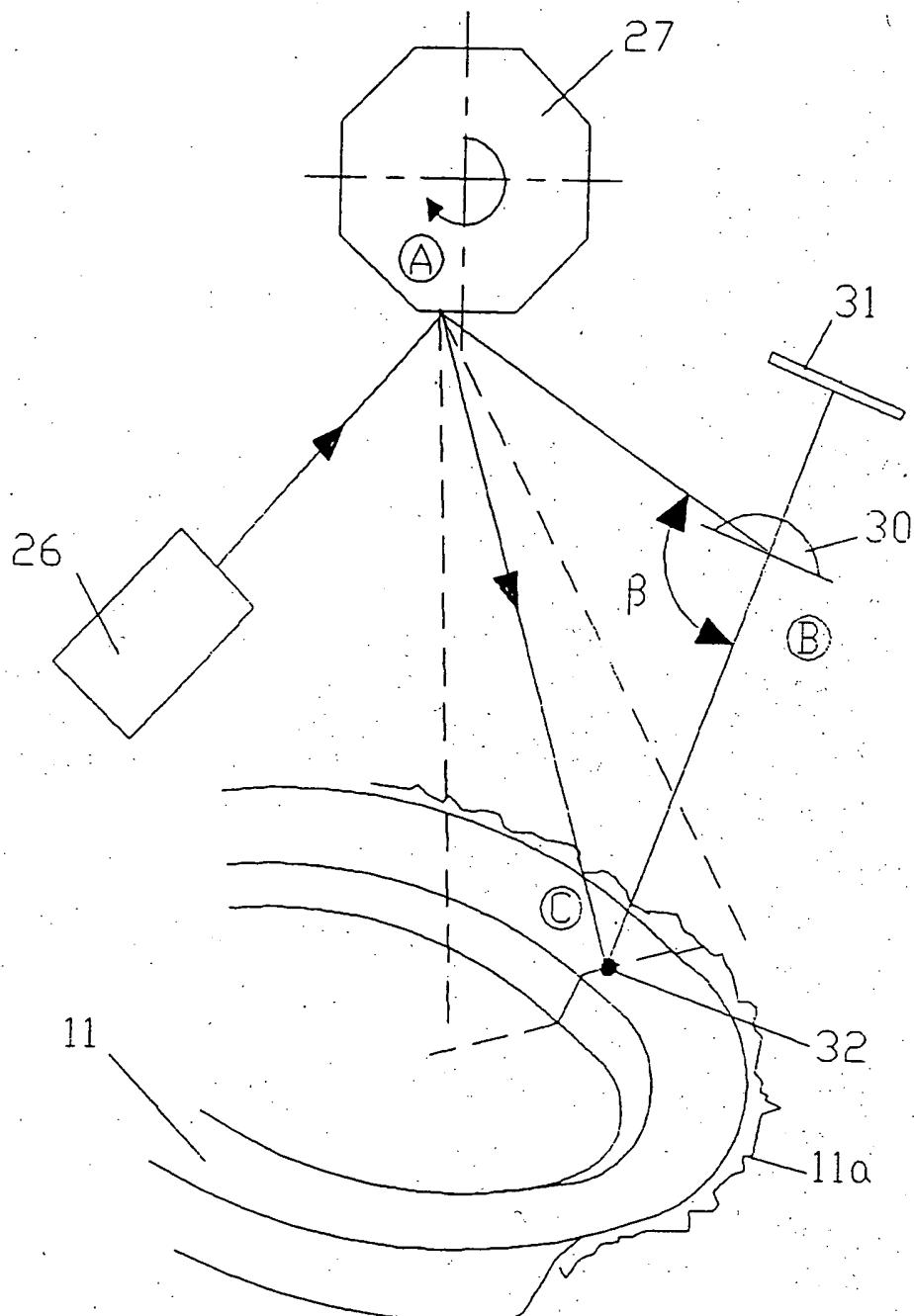


Fig. 8

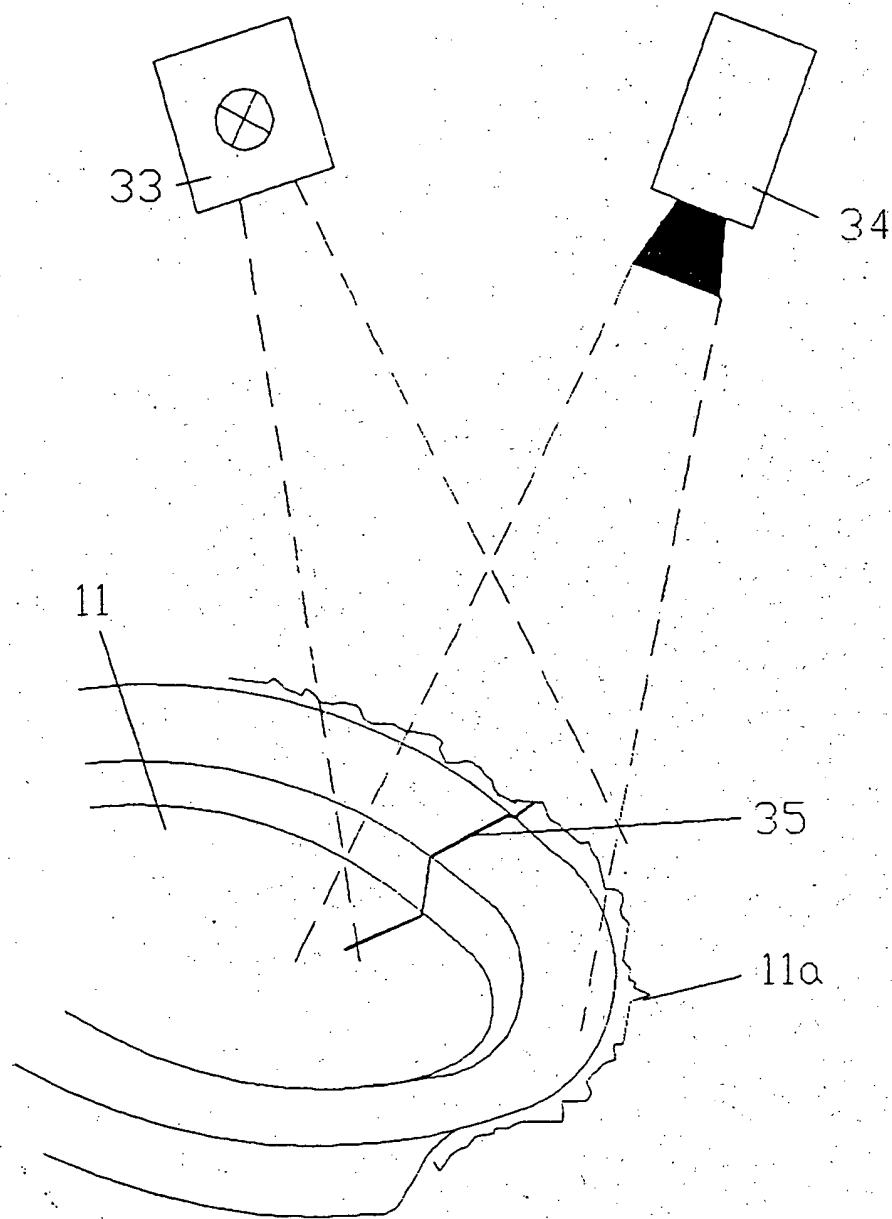


Fig. 9